aci avances en ciencias e ingenierías

Artículo/Article
Sección/Section B

10(16), 42 – 51

La Lechuza Campanaria *Tyto alba* (Strigiformes: Tytonidae) como regulador de plagas en un ecosistema urbano altoandino en el sur del Ecuador

Bernarda E. Vásquez-Avila[1*], Carlos Nivelo-Villavicencio[2], Patricio R. Picon[1], Michelle K. Armijos[1], Cristina B. Vasquez[1], Pedro X. Astudillo[3]

[1]Escuela de Biología, Ecología y Gestión. Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador.
[2]Laboratorio de Vertebrados, Museo de Zoología, Universidad del Azuay MZUA. Cuenca, Ecuador.
[3] Laboratorio de Ecología, Escuela de Biología, Ecología y Gestión, Universidad del Azuay, Av. 24 de mayo 7-77 y Hernán Malo, Teléfono: (593) 7 4091000, Fax: (593) 72815-997, Apartado 01.01.981, Cuenca, Ecuador.
*Autor principal/Corresponding author, e-mail: bernardavasquez60@gmail.com

Hay dos DOI diferentes

En el encabezado

http://dx.doi.org/10.18272/aci.v10i1.975

En el texto

http://dx.doi.org/10.18272/aci.v9i15.757

Barn Owl, *Tyto alba* (Strigiformes: Tytonidae) as pest control in high Andean a urban ecosystem of southern Ecuador

Abstract

The progressive expansion of the cities not only implies modification of ecosystems, but it is also associated with the introduction of pest species. In this sense, it is important to evaluate how native species act as pest control. To assess this, we present an analysis of the diet, based on pellets, of *Tyto alba* (Barn owl) in the city of Cuenca, Ecuador. Based on 32 pellets, collected between April and June 2017, a total of 154 individual prey items were recorded of nine species. Rodents were the most abundant prey with 129 records (84%) as well as the ones with the highest biomass, 49 g (93%). More importantly, both the biomass and the abundance of the genus *Rattus* (Rats) were significantly higher when compared to the other prey species. It is evident that *T. alba* plays a role in pest control in the city of Cuenca. These findings are similar to those reported for *T. alba* in several localities across the continent; consequently, it is a key species in the control of pest rodents with an evident positive effect on the health of urban ecosystems.

Key words: pest control, pellets, *Rattus*, Cuenca.

Editado por / Edited by: Diego F. Cisneros - Heredia

Recibido / Received: 15/11/2017.

Aceptado / Accepted: 07/07/2018

Publicado en línea / Published online: 17/10/2018

Resumen

La progresiva expansión de las urbes no solo implica modificación de los ecosistemas, está también asociada a la introducción de especies plaga. En este sentido, es importante evaluar cómo especies nativas actúan como controladores de plagas. Para asegurar esto, se presenta un análisis de la dieta, basada en egagrópilas, de *Tyto alba* (Lechuza Campanaria) en la ciudad de Cuenca, Ecuador. En base a 32 egagrópilas, colectadas entre Abril y Junio de 2017, se registró un total de 154 presas asociadas a nueve identidades taxonómicas. Los roedores fueron las presas más abundantes con 129 registros (84%) como así también fueron los de mayor biomasa, 49 g (93%). Más importante, tanto la abundancia como biomasa del género *Rattus* (ratas) fueron significativamente mayores al comparar con el resto de presas. Es evidente, que *T. alba* cumple un rol como controlador de plagas en la ciudad de Cuenca. Estos hallazgos son similares a los reportados para *T. alba* en varias localidades a través del continente; en consecuencia, es una especie clave en el control de roedores con un efecto positivo sobre la salud de los ecosistemas urbanos.

Palabras clave: control de plagas, egagrópilas, *Rattus*, Cuenca.

INTRODUCCIÓN

La acelerada urbanización de los espacios genera cambios en los ecosistemas modificando la configuración del paisaje con efectos profundos sobre la fauna [1]. Las actividades humanas pueden promover la introducción de especies exóticas e incrementar los patrones de abundancia de especies que son plagas en ambientes urbanos y rurales [2,3]. Las aves rapaces juegan un papel importante al encontrarse en los niveles tróficos más altos y pueden responder rápidamente a patrones de incremento en las poblaciones de presas [4]. Las rapaces también se alimentan de especies introducidas en ecosistemas alterados por actividades antrópicas [5,6]. Varios estudios han demostrado que las aves rapaces pueden disminuir las poblaciones de roedores en ecosistemas agrícolas o indirectamente limitar su impacto negativo en ambientes urbanos [5–11]. A pesar de su importancia, información sobre cómo las rapaces contribuyen al control de plagas de roedores en ecosistemas urbanos es aún limitada [4].

Una proporción significativa de las urbes ecuatorianas se asientan sobre valles interandinos. Estos valles son un mosaico de hábitats modificados en asociación con remanentes de hábitats naturales [12]. La ciudad de Cuenca, asentada en el valle interandino del Azuay, y a pesar de su condición urbanizada, alberga una muestra representativa de la avifauna Andina del sur del Ecuador [13]. Dentro de estas especies se encuentra *Tyto alba* Lechuza Campanaria, de hábitos nocturnos [14-19] y cuya dieta incluye aves, insectos, anfibios, reptiles y pequeños mamíferos [20,21], aunque, también se ha reportado como una rapaz especialista en roedores [22,23]. En adición, Cuenca también ha sido reportada como un área donde están presentes varias especies de pequeños mamíferos, pudiendo encontrarse especies tanto nativas como introducidas [24].

Varios estudios sobre la dieta de *Tyto alba* se han concentrado en zonas rurales a través de la región Andina [25–27]. El estudio realizado por Charpentier, y Martínez, [23]en el área urbana de la ciudad de Cuenca, por ejemplo, evaluó la composición de la dieta de *T. alba*, evidenciando una dominancia de roedores; sin embargo, las conclusiones no se enfocaron específicamente en demostrar el rol potencial de *T. alba* como controlador de plagas. En consecuencia, en el ambiente urbano de la ciudad de Cuenca, la limitada disponibilidad de hábitat natural se traduce en una distribución localizada de roedores

nativos [24], no así para roedores plaga, los cuales están ampliamente distribuidos a través de la urbe [28,29]. Es importante determinar si *Tyto alba*, especie bien adaptada a la ciudad de Cuenca [13], es un controlador importante de roedores plaga en ecosistemas urbanos. El presente estudio busca determinar si la composición de presas dispuestas por *T. alba*, vía análisis de egagrópilas, contienen mayor abundancia y biomasa de roedores plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el casco urbano de la ciudad de Cuenca, ubicada en un valle interandino en la provincia del Azuay, Ecuador (2.903°S, 79.007°W). Cuenca presenta una temperatura promedio anual de 13°C, con rangos entre 14°C y 18°C. La precipitación promedio es de 610 mm, con precipitaciones máximas desde diciembre a de mayo, mientras que las precipitaciones mínimas suceden desde junio a septiembre [30]. El área de estudio tiene un paisaje con una gran cantidad de infraestructura urbana y remanentes naturales escasos, principalmente ubicados en las riberas de los cuatro ríos que atraviesan la ciudad. Parte del paisaje urbano de Cuenca incluye varios mercados de abasto ubicados mayormente en zonas del centro histórico, algunas casas vetustas y terrenos baldíos. Hay una fuerte presencia de especies exóticas, incluyendo palomas domesticas (*Columba livia*) y roedores (e.g., *Rattus rattus y R. norvegicus*). *Tyto alba* ocupa la infraestructura urbana de Cuenca, ubicando nidos y dormideros en campanarios de iglesias y techos de casas coloniales, usando terrenos baldíos, zonas abiertas para sitios de caza y zonas con vegetación en parques como sitios de percha.

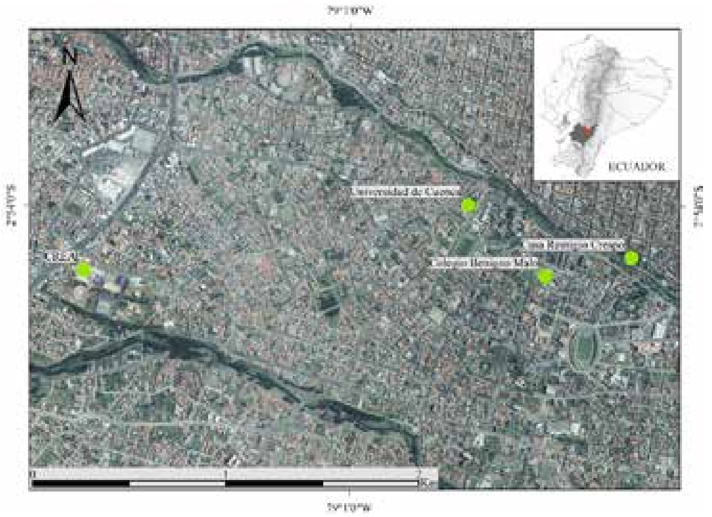


FIGURA 1. Área de estudio, ciudad de Cuenca, Ecuador (en rojo). Los círculos verdes representan la ubicación de cuatro dormideros activos de *Tyto alba*.

Colecta y análisis de egagrópilas

La mayoría del conocimiento sobre hábitos alimenticios se basa en análisis de egagrópilas [31,32]. Las egagrópilas proporcionan información sobre la composición de presas de rapaces y permiten reconocer la identidad de pequeños vertebrados [33,34]. Las egagrópilas brindan un rápido indicador de la abundancia relativa de mamíferos dentro de las áreas de alimentación de rapaces [35]. En base a registros previos de actividad de dormideros que ocupa *Tyto alba* [23], se escogieron cuatro localidades dentro del casco urbano de Cuenca (Fig.1). En cada localidad se organizó una expedición previa para reconocer el dormidero, y determinar si estaba activo vía observación directa. Entre abril y junio de 2017 se colectaron en total 32 egagrópilas en los cuatro dormideros. Todas las muestras fueron analizadas en el Museo de Zoología de la Universidad del Azuay (MZUA). Las egagrópilas fueron disgregadas mediante el uso de pinzas y agua destilada, una vez separados los restos no digeridos fueron limpiados con alcohol al 30% para luego proceder con su identificación taxonómica [25]. Las muestras obtenidas se clasificaron en diferentes niveles morfológicos (i.e., cráneo, mandíbulas, pelvis, patas, antebrazos, articulaciones) [36]. Para la identificación taxonómica se usaron guías especializadas [37–41] y se comparó también con la colección del MZUA. El nivel de clasificación llegó hasta la máxima categoría taxonómica posible (Tabla 1).

TABLA 1. Número Mínimo de Individuos (NMI) y biomasa de las presas identificadas en 32 egagrópilas de Tyto alba, recolectadas en cuatro dormideros en la ciudad de Cuenca, Ecuador.

	NMI			Biomasa (g)		
	(%)	Promedio	SD	(%)	Promedio	SD
INSECTA						
Coleoptera	18 (11.68)	4.5	1.29	2.21 (4.15)	0.50	0.28
REPTILIA						
*Squamata	4 (2.59)	1	1,15	0.37 (0.69)	0.07	0.07
AVES						
Passeriforme						
Emberizidae						
**Zonotrichia capensis*	2 (1.29)	--	--	1.09 (2.05)	--	--
MAMMALIA						
Rodentia	129 (83.75)			49.21 (92.54)		
Cricetidae						
Akodon mollis	15 (9.74)	3.75	2.98	1.58 (2.97)	0.40	0.39
Microryzomys	13 (8.44)	3.25	3.30	2.03 (3.81)	0.51	0.54
**Oligoryzomys spodiurus*	1 (0.64)	--	--	0.14 (0.26)	--	--
Muridae						
Mus musculus	14 (9.09)	3.5	4.35	4.04 (7.59)	1.01	1.86
Rattus	86 (55.84)	21.5	7.14	41.42 (77.91)	9.89	4.34
Chiroptera						
Phyllostomidae						
**Desmodus rotundus*	1 (0.64)	--	--	0.28 (0.52)	--	--
Total	154			53.16		

*Identidades taxonómicas que no se incluyeron en los análisis debido a la baja tasa de registros.

aci avances en ciencias e ingenierías

Análisis de datos

La abundancia fue calculada vía determinación del número mínimo de individuos (NMI) [42]. El NMI se basa en el conteo de mandíbulas homólogas o restos de cráneos sin considerar otras partes del esqueleto, evitando así doble conteos. En invertebrados el NMI se calculó usando élitros y capsulas de la cabeza [43]. En adición, la biomasa fue obtenida multiplicando el peso promedio de todos los individuos por especies (en gramos) por su NMI [44], donde el peso promedio es el resultado de la suma de los pesos en relación al total de individuos por egagrópila. Para realizar los análisis se agrupo el NMI y biomasa en géneros para disponer de más datos por observación; la identidad taxonómica es la unidad de análisis. Adicionalmente, se empleó un MANOVA para determinar si existen diferencias significativas en el NMI y la biomasa, a través de la identidad taxonómica de las presas [45]. Todas las variables de respuesta fueron transformadas usando la fórmula de raíz (prueba de Shapiro en los residuos: todos los p-valores> 0.05). Todos los análisis se realizaron en R 2.15.2 [46] con un alpha = 0.05.

RESULTADOS

En total se registró 154 individuos en 32 egagrópilas (promedio= 4,58 individuos/ egragópila) asociados a nueve identidades taxonómicas (Tabla 1). Los roedores fueron el grupo con mayor número mínimo de individuos (NMI) con 129 presas (83.75%). ***Rattus*** presenta el mayor NMI (55.84%), seguida de ***Akodon mollis*** (9.74%), ***Mus musculus*** (9.09%), ***Mycrorizomys*** (8.44%) y ***Oligoryzomys spodiurus*** (0.64%) (Tabla 1; Fig. 2). Los roedores contribuyeron con la mayor cantidad de biomasa consumida (92.54%). ***Rattus*** tuvo la mayor biomasa (77.91%), seguida de ***Mus musculus*** (7.59%), ***Mycrorizomys*** (3.81%), ***Akodon mollis*** (2.97%) y ***Oligoryzomys spodiurus*** (0.26%) (Tabla 1; Fig. 2). El NMI y la biomasa varían significativamente entre las presas (MANOVA= $F_{4,15}$= 2.73 p< 0.001). ***Rattus*** presenta valores significativamente mayores tanto en NMI (Tukey pareado; p<0.001; Fig. 3A), como en biomasa (Tukey pareado; p< 0.001; Fig. 3B).

DISCUSIÓN

A pesar de que ***Tyto alba*** consume un amplio rango de especies [20–23], prefiere pequeños mamíferos. En los dormideros de la ciudad de Cuenca, ***T. alba*** muestra preferencia por presas del género ***Rattus***, tanto en número como en biomasa. La preferencia de ***T. alba*** por roedores del género ***Rattus*** puede estar relacionada con la ubicación de los dormideros. Los dormideros en la ciudad de Cuenca se encuentran cerca de ríos o mercados, donde ***Rattus*** son más abundantes que roedores nativos [50,51]. Así, ***T. alba*** buscaría consumir un mayor número de presas que representen un gasto mínimo de energía al desplazarse, optimizando su ganancia energética [53]. La preferencia de ***T. alba*** por presas con mayor biomasa también ha sido reportada en otras localidades del valle interandino [22]. Dado que la mayor masa en roedores está generalmente asociada a individuos reproductores [3], es posible que la población de roedores plaga se vuelva inestable por la depredación de ***T. alba***, disminuyendo así el potencial reproductivo de la población.

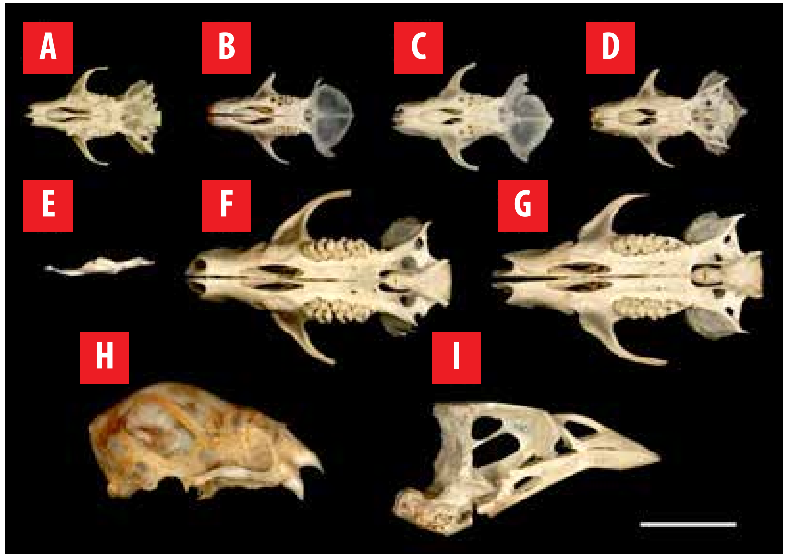


FIGURA 2. Cráneos de las identidades taxonómicas registradas en 32 egagrópilas de *Tyto alba* en la ciudad de Cuenca, Ecuador. A) vista ventral de *Akodon mollis*, B) vista ventral de *Microryzomys altissimus*, C) vista ventral de *Microryzomys minutus*, D) vista ventral de *Oligoryzomys spodiurus*, E) vista superior de la mandíbula derecha de *Mus musculus,* F) vista ventral de *Rattus norvegicus,* G) vista ventral de *Rattus rattus,* H), vista lateral de *Desmodus rotundus*, I) vista lateral de *Zonotrichia capensis*. Barra = 10 mm.

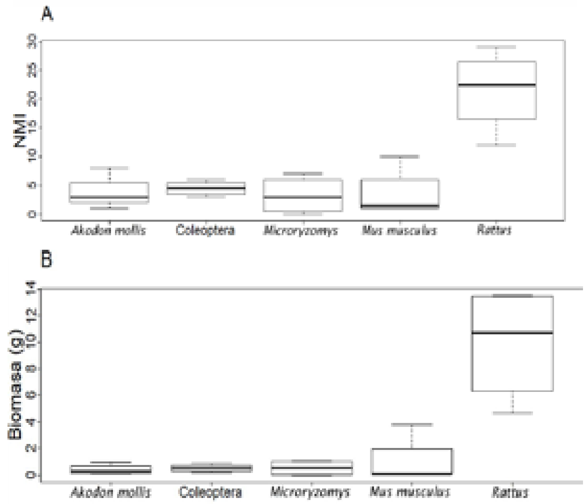


FIGURA 3: Diagramas de caja que muestran los cambios en el Número Mínimo de Individuos (NMI; 3A) y la biomasa (3B) registrados en 32 egagrópilas de *Tyto alba* en la urbe de la ciudad de Cuenca, Ecuador. En ambas figuras, el género *Rattus* difiere significativamente (p< 0.05). Las líneas verticales muestran los valores mínimos y máximos, la línea negra de la caja el valor de la mediana.

Estos resultados son similares a otras investigaciones que han reportado que *T. alba* puede funcionar como un controlador biológico de roedores plaga en ecosistemas urbanos [49– 52]. Dado que en general roedores del genero *Rattus* son considerados como plagas perjudiciales para el ambiente [3,47–49]; *Tyto alba* podría cumplir un rol determinante para recuperar el equilibrio de los ecosistemas y regular las poblaciones de roedores introducidos, así como, para evitar la proliferación de plagas en ecosistemas urbanos. Estos resultados podrían facilitar el desarrollo de planes de manejo sobre fauna urbana y evidencian la importancia de rapaces urbanas como controladores biológicos.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Jacinto Guillén de la Universidad del Azuay por el apoyo constante a nuestras investigaciones, José Falcón y Marco Ortega por su importante contribución en la logística y al Blgo. David Siddons por su ayuda en la edición del artículo. El Museo de Zoología de la Universidad del Azuay está regido por la patente ambiental FAUS UDA MUSEO DE ZOOLOGÍA 003 2016.

REFERENCIAS

1. Hooper, D., Adair, E., Cardinale, B., Byrnes, J., Hungate, B., Matulich, K., & O'Connor, M. (2012). A global synthesis reveals biodiversity loss as a major driver of ecosystem change. *Nature*, 486(7401), 105–108. doi: https://dx.doi.org/10.1038/nature11118
2. Sala, O., Chapin, F., Armesto, J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber- Sanwald, E., Huenneke, L., Jackson, R., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D., Mooney, H., Oesterheld, M., Poff, N., Sykes, M., Walker, B., Walker, M., & Wall, D. (2000). Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science,* 287 (5459), 1770–1774. doi: https://dx.doi.org/10.1126/science.287.5459.1770
3. Picasso, G., & Rodríguez, E. (2008). Especies invasoras como agentes de cambio global. En E. Schüttler, & C. S . Karez (Eds.), *Especies exóticas invasoras en las Reservas de Biosfera de América Latina y el Caribe. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas* (pp.9). Montevideo: UNESCO. Recuperado de http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001827/182768s.pdf
4. Sekercioglu, C. H. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. *Trends in Ecology and Evolution*, 21(8), 464–471. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.tree.2006.05.007
5. Abramsky, Z., Rosenzweig, M., & Subach, A. (2002). The costs of apprehensive foraging. *Ecology,* 83(5), 1330–1340. doi: https://dx.doi.org/ 10.2307/3071947
6. Brown, J., Kotler, B., Smith, R., & Wirtz II, W. (1988). The effects of owl predation on the foraging behavior of heteromyid rodents. *Oecologia*, 76(3), 408– 415. doi: http://dx.doi.org/10.1007/BF00377036
7. Carevic, F. (2011). Rol del pequén (*Athene cunicularia*) como controlador biológico mediante el análisis de sus hábitos alimentarios en la Provincia de Iquique, norte de Chile. *Idesia*, 29(1), 15–21. doi: https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000100003
8. Hegdal, P., & Blaskiewicz, R. (1984). Evaluation of the potential hazard to barn owls of talon (brodifacoum bait) used to control rats and house mice. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 3(1), 167–179. doi: https://dx.doi.org/10.1002/etc.5620030119
9. Kay, B., Twigg, L., Korn, T., & Nicol, H. (1994). The use of artifical perches to increase predation on house mice (*Mus domesticus*) by raptors. *Wildlife Research*, 21(1), 95–105. doi: https://dx.doi.org/10.1071/WR9940095
10. Quintero-Romanillo, A., Barreras-Fitch, R., Orozco-Gerardo, J., & Rangel-Cota, G. (2009). Determination of birds of prey species in the supplying area of Sugarcane (*Sacharum officinarum*) of the sugar company of Los Mochis S. A. of C. V., which can be used in integrated pest managment as biological control. *Ra Ximhai*, *5*(2), 239–245. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/461/46111507009.pdf
11. Rau, J. (2014). *Papel ecológico de las aves rapaces: del mito a su conocimiento y conservación en Chile*. Osorno: Gráfica Metropolitana.
12. Vanacker, V., Govers, G., Barros, S., Poesen, J., & Deckers, J. (2003). The effect of short-term socio-economic and demographic change on landuse dynamics and its corresponding geomorphic response with relation to water erosion in a tropical mountainous catchment, Ecuador. *Landscape Ecology*, 18(1), 1–15. doi: https://dx.doi.org/10.1023/A:1022902914221
13. Astudillo, P. X., & Siddons, D. C. (2013). *Avifauna de Santa Ana de los Cuatro Rios de Cuenca, Ecuador*. Cuenca: Editorial Don Bosco-Centro Gráfico Salesiano.
14. Fjeldså, J., & Krabbe, N. (1990). *Birds of the high Ande a manual to the birds of the temperate zone of the Andes and Patagonia, South America.*. Denmark: Apollo Booksellers.
15. Bellocq, M. (2000). A review of the trophic ecology of the Barn Owl in Argentina. *Journal of Raptor Research*, 34(2), 108–119. Recuperado de https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/jrr/v034n02/p00108-p00119.pdf
16. Bó, M., Baladrón, A., & Biondi, L. (2007). Ecología trófica de Falconiformes y Strigiformes: tiempo de síntesis. *Hornero,* 22 (2), 97–115. Recuperado de http://digital.bl.fcen.uba.ar/download/hornero/hornero_v022_n02_p097.pdf
17. Proudfoot, G. (2011). Owls of the World, 2nd ed. *The Auk*, 128(1), 187–189. doi: https://doi.org/10.1525/auk.2011.128.1.187
18. Thiollay, J.-M. (2001). Long-term changes of raptor populations in Northern Cameroon. *J. Raptor Res*, 353(35), 173–18. Recuperado de https://sora.unm.edu/sites/default/files/journals/jrr/v035n03/p00173-p00186.pdf
19. Venable, N. J. (1996). Barn Owl. En L. Graffious, & J. Phillips (Eds.), *Birds of Prey* (pp.34–35). West Virginia: West Virginia University.
20. Moreno, P. A. (2010). Mamíferos presentes en la dieta de la Lechuza de Campanario (Tyto alba) en Valdivia, provincia de Guayas, Ecuador. *Avances en Ciencias e Ingenierías,* 2(3), B87–B90.
21. Rocha, R., Ferreira, E., Leite, Y., Fonseca, C., & Costa, L. (2011). Small mammals in the diet of barn owls, *Tyto alba* (Aves: Strigiformes) along the mid- Araguaia river in central Brazil. *Zoologia (Curitiba)*, 28(6), 709–716. doi: https://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702011000600003
22. Brito, J., Orellana-Vásquez, H., Cadena-Ortiz, H., Vargas, R., Pozo-Zamora, G., & Curay, J. (2015). Mamiferos pequeños en la dieta de la lechuza *Tyto alba* (Strigiformes: Tytonidae) en dos localidades del occidente de Ecuador, con ampliacion distribucional de Ichthyomys hydrobates (Rodentia: Cricetidae). *Scielo*, 55(19), 261–268. doi: http://dx.doi.org/10.1590/0031-1049.2015.55.19
23. Charpentier, A., & Martínez, J. (2007). *Abundancia y Dieta de Tyto alba, la lechuza de campanario, en la ciudad de Cuenca* (Tesis de Licenciatura). Universidad del Azuay, Cuenca.
24. Fernández de Córdova-Torres, J., & Nivelo, C. (2016). *Guía de mamíferos de las zonas urbana y periurbana de Cuenca*. Cuenca: Cuenca: Editorial Don Bosco- Centro Gráfico Salesiano.
25. Delgado, C., & Cataño-B., E. (2004). Diet of the Barn owl (*Tyto alba*) in the lowlands of Antioquia, Colombia. *Ornitologia Neotropical,* 15, 413–415.
26. Fuentes, L., Sequera, I., Poleo, C., & Díaz, L. (2015). Composición de la dieta de *Tyto alba Scopoli* en hábitats de Calabozo, Venezuela. *Investigación Agraria*, 17(1), 46–53. doi: https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2015.junio.46-53
27. Figueroa, R. A., Rau, J. R., Mayorga, S., Martínez, D. R., Corales, E. S., Mansilla, A., & Figueroa M., R. (2009). Rodent Prey of the Barn Owl *Tyto alba* and Short- Eared Owl *Asio flammeus* During Winter in Agricultural Lands in Southern Chile. *Wildlife Biology*, 15(2), 129–136. doi: https://dx.doi.org/10.2981/08-005
28. Llimona, F., Cahill, S., Tenés, A., Camps, D., Bonet-Arbolí, V., & Cabañeros, L. (2007). El estudio de los mamíferos en relación a la gestión de áreas periurbanas. El caso de la región metropolitana de Barcelona. *Galemys,* 19(nº especial), 215– 234.

29. Ramírez-Chaves, H., Pérez, W., & Ramírez-Mosquera, J. (2008). Mamíferos presentes en el municipio de Popayán. *bol. cient.mus.hist.nat,* 12, 65–89. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v12n1/v12n1a05.pdf

30. Celleri, R., Willems, P., Buytaert, W., & Feyen, J. (2007). Space–time Rainfall Variability in the Paute Basin, Ecuadorian Andes. *Hydrological Processes*, 21(24), 3316–3327. doi: http://dx.doi.org/10.1002/hyp.6575.

31. Freile, J., Guevara, E. A., Pacheco, C., & Santander, T. (2015). Los Búhos de Ecuador. En P. Enríquez (Ed.), *Los Búhos Neotropicales: Diversidad y Conservación* (pp.331–353). Chiapas: El Colegio de la Frontera Sur.

32. Marti, C. D., Steenhof, K., Kochert, M. N., & Marks, J. S. (1993). Community Trophic Structure: The Roles of Diet, Body Size, and Activity Time in Vertebrate Predators. *Oikos*, 67(1), 6–18. doi: https://dx.doi.org/10.2307/3545090

33. Bonvicino, C. R., & Bezerra, A. M. R. (2003). Use of Regurgitated Pellets of Barn Owl (*Tyto alba*) for Inventorying Small Mammals in the Cerrado of Central Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 38(1), 1–5. doi: https://dx.doi.org/10.1076/snfe.38.1.1.14030

34. Guimaraes, S., Fernandez-Jalvo, Y., Stoetzel, E., Gorgé, O., Bennett, E. A., Denys, C., & Geigl, E. M. (2016). Owl pellets: A wise DNA source for small mammal genetics. *Journal of Zoology*, 298(1), 64–74. doi: https://dx.doi.org/10.1111/jzo.12285

35. Glue, D. E. (1967). Prey taken by the Barn Owl in England and Wales. *Bird Study*, 14(3), 169–183. doi: https://doi.org/10.1080/00063656709476160

36. Herrera, C. (1974). Regimen alimenticio de *Tyto alba* en España sudoccidental. *Ardeola,* 19. Recuperado de http://www.ardeola.org/files/1023.pdf

37. Carleton, M. D., & Musser, G. G. (1989). Systematic studies of oryzomyine rodents (Muridae, Sigmodontinae) : a synopsis of Microryzomys. *Bulletin of the AMNH*, 191, 1–83. Recuperado de http://hdl.handle.net/2246/953

38. Gaunt, W. A. (1995). The Development of the molar pattern of the mouse (*Mus musculus*). *Acta anat,* 24, 249–268. doi: https://dx.doi.org/10.1159/000141046

39. Patton, J. L., Pardiñas, U. F. J., & D'Elía, G. (Eds.). (2015). Mammals of South America, Vol.2. Rodents. *Journal of Mammalogy,* 97(1), 321–323. doi: https://doi.org/10.1093/jmammal/gyv164

40. Tirira, D. G. (2017). *Mamíferos del Ecuador*. Quito: Editorial Murciélago Blanco.

41. Weksler, M., & Percequillo, A. R. (2011). Key to the genera of the Tribe Oryzomyini (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae). *Mastozoología Neotropical*, 18(2), 281–292. Recuperado de http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=45722044010

42. Plug, C., & Plug, I. (1990). MNI Counts as Estimates of Species Abundance.*The South African Archaeological Bulletin*, 45(151), 53–57. doi: https://doi.org/10.2307/3887918

43. Manning, R.W., & Jones, J.K. (1990). Remains of small mammals recovered from Barn Owl pellets from Crosby county, Texas. *Texas Journal of Science,* 42,311– 312.

44. Herrera, C., & Jaksié, F. (1980). Feeding Ecology of the Barn Owl in Central Chile and Southern Spain: A Comparative Study. *The Auk,* 97(4), 760–767. Recuperado de http://www.jstor.org/stable/4085747

45. Zar, J. H. (1984). *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice-Hall. Recuperado de https://openlibrary.org/books/OL3171690M/Biostatistical_analysis

46. R Development Core Team. (2011). *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria : the R Foundation for Statistical Computing. Recuperado de http://www.R-project.org/

47. Núñez S., F.; Cisterna L., P. (1991).Roedores domésticos I. Caracterización morfológica conductual y sanitaria. *Monografías de Medicina Veterinaria*,13(1).

48. Lobos, G., Ferres, M., & Palma, E. (2005). Presencia de los géneros invasores Mus y Rattus en áreas naturales de Chile: un riesgo ambiental y epidemiológico. *Revista Chilena de Historia Natural*, 78(1), 113–124. Recuperado de http://www.redalyc.org/pdf/3699/369944273008.pdf

49. Figueroa, R., Soraya, R., Stappung, C., Cerda, J., Hernaldo, C., & Pérez, S. (2001). La importancia de las aves rapaces y los carnívoros. En *Roedores, Rapaces y Carnívoros en Aysen* (pp.9). Gobierno Regional de Aysén: Servicio Agrícola y Ganadero. Recuperado de http://www.sag.cl/sites/default/files/roedores_rapaces_aysen.pdf

50. Buj, A. (1999). Los riesgos epidémicos actuales desde una perspectiva geográfica. *Revista Electronica de Geografia y Ciencias Sociales*, 39. Recuperado de http://www.ub.edu/geocrit/sn-39.htm

51. Tamayo Uría, I., Cámara, J., & Escobar, F. (2013). Identificación ycartografiado de factores de riesgo en la proliferación de rata de alcantarilla (*Rattus norvegicus*) en medio urbano. *Rev salud ambient,* 13(2),148–157.

52. Hernández-Muñoz, A., & Mancina, C. A. (2011). La dieta de la lechuza (*Tyto alba)* (Aves: Strigiformes) en hábitats naturales y antropogénicos de la región central de Cuba. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(1), 217–226. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v82n1/v82n1a19.pdf

53. Gutiérrez, G. (1998). Estrategias de forrajeo. En R. Ardila, W. López, A.M. Pérez, R. Quiñones, & F. Reyes (Eds.), *Manual de Análisis Experimental del Comportamiento* (pp. 359–381). Madrid: Librería Nueva.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Bernarda Vásquez, Patricio Picón, Michelle Armijos y Cristina Vásquez concibieron la investigación, desarrollaron la metodología y realizaron el trabajo de campo. Bernarda Vásquez, Carlos Nivelo, Patricio Picón, Michelle Armijos y Cristina Vásquez realizaron la identificación de los individuos. Bernarda Vásquez y Carlos Nivelo redacción del manuscrito. Pedro Astudillo y Bernarda Vásquez diseñaron el estudio, desarrollaron el modelo estadístico y ejecutaron los análisis, Pedro Astudillo reviso el contenido intelectual del manuscrito. Patricio Picón realizó las fotografías.